

● 作者/Gretchen West ● 譯者/李育慈 ● 審者/劉宗翰

鬆綁無人機規範

Drone On: The Sky's the Limit—If the FAA Will Get Out of the Way

取材/2015年5-6月外交事務雙月刊(*Foreign Affairs*, May-June/2015)

無人飛機的商業用途潛力無窮，但美國的無人飛機產業面臨聯邦航空總署頒布過嚴的法規障礙，本文呼籲聯邦航空總署應拋棄技術層面的恐懼，支持合情合理的規範。

無人飛機不再專屬於軍方，其用途已逐漸往民間發展。圖為3D Robotics公司共同創辦人安德森(Chris Anderson)示範IRIS無人機情景。

(Source: AP/達志)

——開始，無人飛機幾乎只是專屬於軍方。軍用無人飛機原本只是一次大戰時期使用的遙控模型飛機，經過數十年穩定發展，最後成為可從空中監視戰場敵人的精密工具。如今，「無人飛機」與「無人飛機系統」術語意指可透過遙控或全自動，從A點航行至B點的飛行載具。儘管尺寸與外型殊異，這些飛行器皆配備通信鏈路、智能軟體、感測器或攝影裝置，以及動力設備(通常是推進器)。

無人飛機技術無可避免地從軍方流向其他公部門。近十年來，美國聯邦研究員利用無人飛機來監控氣候與國土，國土安全部(Department of Homeland Security)開始依賴無人飛機來



監視邊界，警察則用以執行搜救任務。接著，消費者在週末時會帶著多半是自製的無人飛機到公園去。在政府以外的範圍，無人飛機最常做為娛樂用途，而非營利之用。

直到最近，情況都是如此。近幾年來，一群新的參與者——私人公司——開始擁抱無人飛機。它們受到軍方的技術進展與龐大業餘市場鼓舞下，體認到無論是農業乃至橋樑檢測等一切事物，無人飛機跟以往的前例一般，可大幅增加商機。無人飛機之商業用途潛力無窮。但在美國，日益蓬勃的無人飛機產業面臨一項重大法規障礙：聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)發布的法規過於嚴苛，足以扼殺這項前景看好、正在起步的新技術。

嚴肅的事

隨著愈來愈多參與者投入無人飛機之研發，其已日益價廉、簡易、安全。或許最令人興奮的是軟體飛快進步，如今已變得更精巧可靠。例如，現今使用者毋須接受導引便可操縱無人飛機，並設定所謂的地理圍欄

(geo-fences)，俾能在特定高度或特定地區調整界限。此經濟效益極具吸引力，因而許多行業正試圖以無人飛機從事傳統上由人類來做——或從未做過——的工作。

許多應用涉及巡察；派遣配備攝錄裝置的無人飛機至遠方或危險地帶執行任務，遠較人類親力而為來得便宜、安全。石油與天然氣公司正使用無人飛機監視輸油管、鑽油平臺和燃燒塔。公共事業公司可利用無人飛機檢查電纜與電塔。工程師正開始使用無人飛機檢查受損的橋樑與建築物、勘測土地。同時在農業方面，無人飛機可提供農田鳥瞰圖，節省使用飛機或衛星的花費。農民正開始依賴無人飛機診斷農作物的健康、在暴風雨或水災後評估受損情形、放牧家畜、滅除害蟲。在澳大利亞與日本，則運用無人飛機施肥。

無人飛機不久後亦能運送輕型包裹。Amazon和Google已斥資數百萬美元，研發無人飛機快遞計畫，惟落實這項服務尚待克服許多工作。有些企業嘗試以無人飛機在音樂會上遞送

啤酒，以及遞送香檳至旅館露臺。在服務業人力不足的新加坡，某家連鎖餐廳正規劃以無人飛機取代服務生。在世界上交通基礎設施不發達的偏遠地區，無人飛機可用以從事人道用途，運送醫療用品和其他基礎物資。它們亦可用來追蹤非法盜獵者，以保護陷入險境的物種。

無人飛機可能的用途持續增加中，藉由土地測繪功能和追蹤裝備，它們能夠協助採礦，還能透過測量開鑿地的儲存量與監控計畫執行進度，協助營建工程的進行。房仲業則利用無人飛機，從先前無法企及的有利位置拍攝房屋。對電影製片而言，無人飛機比租借直升機更安全、更便宜、勞力密集度更低。好萊塢已迅速擁抱無人飛機：2012年龐德系列電影之《007空降危機》(*Skyfall*)有一部分是由無人飛機在伊斯坦堡拍攝；美國電影協會(Motion Picture Association of America)已協助取得聯邦航空總署首度核發之商用無人飛機國內使用許可。同樣地，新聞臺和運動頻道發現無人飛機的輕便性與可

負擔性尤具吸引力。2015年稍早，CNN已取得聯邦航空總署核准，探索無人飛機在播報新聞上的用途。

商用無人飛機市場的潛在規模難以定調，部分原因是美國不穩定的法規環境正迫使許多公司私下進行計畫。儘管如此，其前景仍然看好。2014年，呂克斯市調機構(Lux Research)預估，到了2025年，全球商用無人飛機市場將達到17億美元規模，其中農業用途的無人飛機可帶來3億5,000萬美元歲收，使用無人飛機的石油與天然氣企業收益可達2億4,700萬美元。無人飛機產業已準備好大放異彩。

惟在面對此一所知不多的新技術之際，聯邦航空總署卻不准任何人為了商業目的操作無人飛機。

禁航區

然而在無人飛機研究的溫床——美國——聯邦航空總署正阻礙此一發展。聯邦航空總署負責監管美國航太及民航業，隨著無人飛機日益普及，該署開始對無人飛機實施管制。本世紀初期，聯邦航空總署開始開放軍方以外的部分政府部門——聯邦、州及地方機構；公立大學；警察——申請無人飛機飛航許可。惟在面對此一所知不多的新技術之際，該署卻不准任何人為了商業目的操作無人飛機。真想要這麼做的人，必須經歷重重限制、所費不貲、且勞心勞力的核准過程。

接著，在2012年2月，國會通過聯邦航空總署「現代化改革法案」(Modernization and Reform

Act)，此乃該署首次納入有關無人飛機的法案。該法案要求聯邦航空總署於2015年9月前，制訂新的民用與商用無人飛機規定，最終目標是將之整合至美國嚴格監管的空域安全之中。在此局部改革中，該法案要求聯邦航空總署首開先例，在美國各地設立六個試驗場，試驗容納無人飛機空中交通的方式，並針對小型無人飛機發布最終規則。

儘管聯邦航空總署錯過這些目標的大多數原訂期限，但如今其已達成多數規定——儘管大多不是以最實際的方式達成。依規定設立試驗場，結果變成未獲補助的國會委託案，且需自謀出路。2014年聯邦航空總署依據「現代化改革法案」第333款，開放商用無人飛機飛行員之飛行許可申請程序，但此規定卻使申請者必須跨過眾多門檻。例如，他們必須取得無人飛機飛行員執照，並且每一次皆須申請特殊許可證。毫不令人意外地，鑑於資源有限，該署至本文截稿時，僅核准37件申請案，仍有536件尚待核准。

但是該法案確實促使聯邦航空總署最後於2015年2月發布小型商用無人飛機建議規定。業界發現此一草案讓人喜出望外。聯邦航空總署建議放寬無人飛機飛行員須持有飛行員執照的規定；反之，他們僅需接受運輸安全管理局(Transportation Security Administration)的檢驗，並通過常識測驗，取得特種飛行員執照。至於無人飛機本身，則不用再符合繁瑣的適航性標準(諸如具備維修計畫與手冊)；只要向聯邦航空總署登記，並在每次飛行前實施簡易安檢即可。

然而，聯邦航空總署的部分提案過於嚴苛。例



圖為中國大陸的大疆公司為參訪者示範幽靈2號無人機性能。(Source: REUTERS/達志)

如，無人飛機不允許飛出操作員的視距外。這對於試圖用以涵蓋廣大面積的農民和測量員而言，實為極具限制性的約束，並將使無人飛機快速包裹方案胎死腹中。尤為甚者，聯邦航空總署不允許所謂的菊花鏈(daisy-chaining)連結方式——即使用者傳遞視距要求給其他操作者，以涵蓋較大區域。在傳統飛機上，飛行員可在「儀器飛行規則」下飛行，當視線受阻時，可依賴感測器和信號航行。相同情況沒有理由不能適用於飛出

操作員視距外的無人飛機。

其他限制同樣對產業不利。即使當今技術已使操作員可同時安全控管數架無人飛機，聯邦航空總署卻規劃限制每位操作員一次只能操作一架，這對於希冀調查廣大區域的公司而言尤為困擾。儘管該署已將無人飛機的最高飛行限度由舊規定的400呎提升為500呎，但許多商業活動，諸如探查高樓建築，則需要更高的高度。此外，無人飛機雖能輕易配備照明裝置，使操作員和其他人員能在

夜間空域觀之，聯邦航空總署卻規定只准日間飛行。該署禁止無人飛機飛行至「不相干人士」上空，以致商用無人飛機只能在無人居住區飛行。自礦區或工地撤出所有員工是不切實際之舉，況且他們還有安全帽保護。就採行合乎情理、風險導向的法規而言，聯邦航空總署還有很長的路要走。

安全的天空

美國以外的其他政府亦須設法解決無人飛機崛起的事實。

諸如荷蘭和南非等國和美國一樣選擇限制性法規。制訂全球標準與慣例的國際民航組織(International Civil Aviation Organization)未針對低空飛行的小型無人飛機提出明確規定，故無濟於事。將產品銷售至許多不同國家的無人飛機製造商，正因各國政策的莫衷一是而付出代價。

惟有些國家已採行穩健明智的無人飛機法規。諸如澳大利亞、德國、紐西蘭、西班牙及英國等正採取風險導向做法，針對不同重量等級的無人飛機訂定不同規範。其他國家則已迅速積極地開放空域，供商用無人飛機使用。加拿大已核可逾1,000名商用無人飛機操作員，法國更核可超過1,200名，日本85%以上的農藥噴灑工作係由無人直升機執行。

不出意料之外，遭到聯邦航空總署制肘的許多美國公司已將無人飛機業務移往海外。Google已於澳大利亞試驗無人飛機快遞計畫；Amazon亦刻正於英國進行研發。由於該署一年多前所發布的最終規定，美國公司可能繼續將產業外移。結果是：美國將錯失經濟上的一筆可觀財富。2013年，國際無人載具系統協會(Association for Unmanned Vehicle Systems International)——其性質為無人飛機遊說團體，亦即筆者近期擔任執行副總裁的機構——預測，以十年為期，無人飛機產業可替美國帶來將近820億美元的經濟效益，但前提是必須搭配適當的法規。

聯邦航空總署應師法這些基於風險導向立法的國家。重量不及五磅的小型無人飛機對人們、飛機及建築物所構成的威脅不同於50磅重的無人飛機，法規應反映出此一差異。最後，代表無

人機應用的各個產業公會應藉遊說施以適當壓力，促進國會進一步影響聯邦航空總署的法規。當然沒有任何技術百分之百安全，但這不意味著全面禁止是適切的。即使一名大意的無人飛機使用者確實造成一場意外，社會仍能以過去處理類似事件的方式處理之：即透過民法與刑法究責。

有些安全顧慮可透過技術解決。為防止碰撞，各個公司正致力研發「感應與迴避」(sense and avoid)技術，使無人飛機可自動避開鄰近目標物。筆者現正服務的無人飛機運用公司(DroneDeploy)已研發出可定期進行安檢，並監測空域內障礙物的軟體。研發人員亦正致力發展無人飛機空中交通管制系統方案。美國國家航空暨太空總署(NASA)則和聯邦航空總署以及民間部門的夥伴合作，領導「無人機交通管理計畫」(Unmanned Traffic Management program)，以期建立統籌低空商用無人飛機之基礎設施。一如傳統航空業利用技術來改善飛安，無人飛機航空業亦然。

隱私亦是一項顧慮。自從國會通過聯邦航空總署「現代化改革法案」，主張維護隱私的人士便開始推動反制無人飛機行動，聲稱無人飛機會暗中監視民眾。在國會與州立法機關，政客們開始倡議立法限制無人飛機使用。就無人飛機而言，隱私乃合於法理的議題，但這些對話有模糊焦點的傾向。除了無人飛機之外，諸如電話、有人駕駛飛機、監視攝影機等許多裝置都能用來蒐集資料，因此法律應著重於資料如何蒐集、使用、保存，而非著眼於裝置本身。

這個問題部分起因必須回歸無人飛機的軍事基因。直到最近，媒體報導商用無人飛機時，往



日本山葉公司的RMax無人直升機可用於噴灑農藥和施肥。(Source: AP/達志)

往搭配武裝無人飛機在阿富汗上空飛行的畫面。(然而，最近諸如中國大陸的大疆[DJI]、美國的3D Robotics、法國的派諾特[Parrot]等製造商生產的小型無人飛機日益普及，因而改變一般觀感：無人飛機不再只是軍事機器，也是玩具。)有些維護隱私團體誤以為商用無人飛機可盤旋數小時執行持續監視任務，而忽略了下列事實，現今大多數的商用無人飛機乃是攜行量極為有限的輕型飛機，電池供電的飛行時間僅約30分鐘。這些人士宣稱無人飛機具備諸如臉部辨識與「戈耳戈凝視」(Gorgon Stare)等能力——配備高品質、全景監視錄影系統——但那些技術主要是被軍方採用，民間部門對此則興趣缺缺。

當然，所有的技術勢必隨著時間變得日益輕薄短小、價廉，而業界總有一天也會開始使用維護隱私人士顧慮的技術。然而，筆者重申，重點應在

於資料，而非蒐集資料的裝置。保護隱私的法規已經存在；例如，利用無人飛機刺探鄰居者，大可以偷窺狂罪名起訴之。

美夢與飛行機器

在極短時間內，民間部門已發展出無人飛機的許多用途，對生意、員工及顧客皆有利。房地產仲介商能以前所未見的方式展示物件。農民能比以前更快發現、補救農作物的枯萎。徵信社員工不再需要身歷險境，得以減少生命損失。

剩下必須要做的是排除此一蓬勃發展產業所面臨的阻礙。私人企業需要積極地提高對無人飛機潛力的認知，甚至直接向決策者展示技術，並利用聯邦航空總署試驗場等設施，以實際資料證實無人飛機的可靠性。於此同時，一般玩家應更負責地安全操作無人飛機。聯邦航空總署應拋棄技術恐懼，支持合情合理的規範。一旦這些都能達成，商用無人飛機方能翱翔天際。

作者簡介

Gretchen West係無人飛機運用公司的業務開發暨法規事務(Business Development and Regulatory Affairs)副總裁，該公司係美國無人飛機設計與飛行管理軟體供應商。2004至2014年間，她曾擔任國際無人載具系統協會執行副總裁。

Copyright © 2015, *Foreign Affairs*. Distributed by McClatchy-Tribune Information Services.